



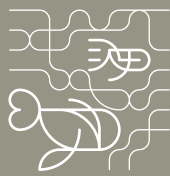
Pequenos gigantes

Os igarapés contemplam a maior parte da área das bacias hidrográficas do Pará, mas são muito pouco estudados. O que eles abrigam em termos de biodiversidade? Como são afetados pelas atividades humanas? Estudos inéditos feitos pela RAS começam a responder a essas perguntas

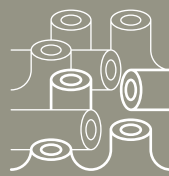
PRINCIPAIS RESULTADOS



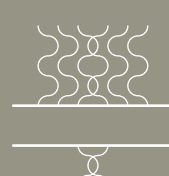
Os pequenos igarapés de terra firme representam uma porção muito maior das bacias hidrográficas paraenses do que imaginado pelos cientistas. Nas bacias dos rios Curuá-Una, Capim e Gurupi, por exemplo, eles contemplam mais de 80% da extensão dos cursos d'água e estão presentes em toda a paisagem.



Esses cursos d'água abrigam uma alta diversidade de espécies da fauna aquática, que não está distribuída igualmente na paisagem. Ou seja, em uma mesma bacia hidrográfica, igarapés distantes poucas dezenas de quilômetros uns dos outros podem abrigar conjuntos de espécies bastante diferentes.



Os impactos negativos à biodiversidade e ao funcionamento dos igarapés não são consequência apenas do desmatamento da floresta em suas margens. A perda de vegetação em outras áreas da microbacia de drenagem também afeta sua integridade ecológica.



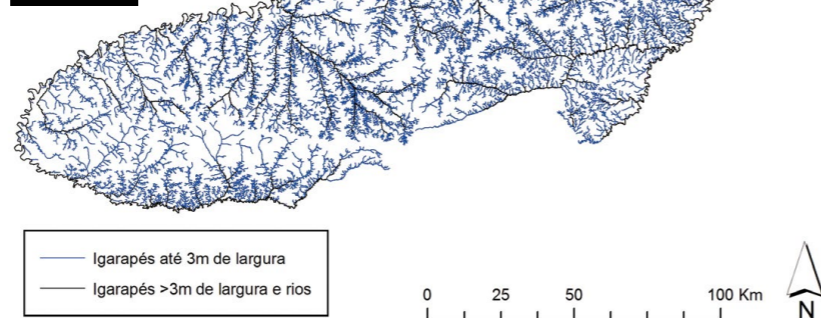
A interrupção do curso dos igarapés devido à travessia de estradas de terra provoca alterações críticas ao ecossistema, com destaque para o assoreamento e o bloqueio das rotas de movimentação de diversas espécies aquáticas.



Os pequenos igarapés têm sua importância ecológica, econômica e cultural subestimada e não são contemplados na maioria das políticas de gestão dos recursos hídricos e da biodiversidade. As estratégias de conservação e manejo existentes se concentram na preservação das florestas nas suas margens, e geralmente o restante da microbacia de drenagem recebe pouca atenção.



2 EXTENSÃO DOS IGARAPÉS NO MUNICÍPIO DE PARAGOMINAS, PA



Igarapés de terra firme correm dentro das florestas da Amazônia (1). Cobrindo uma impressionante extensão das paisagens (2), abrigam uma fauna aquática bastante diversa: bodó (3), cará (4), perlário - inseto aquático (5).



Igarapés da Amazônia: fundamentais, mas desconhecidos

A bacia do rio Amazonas é a maior do mundo em área e volume de água: ocupa mais de 50% do território brasileiro e é responsável por um quinto de toda a água doce lançada aos oceanos do planeta. Além do próprio rio Amazonas e de seus principais tributários, a bacia compreende uma intrincada rede de riachos de pequeno porte conhecidos localmente como igarapés – em tupi, significa “caminho de canoa”, indicando a importância histórica desses sistemas para a conectividade das populações humanas ao longo da paisagem.

Os igarapés constituem as cabeceiras de todas as sub-bacias que compõem a grande bacia amazônica, drenando amplas extensões de florestas de terra firme e fazendo uma conexão fundamental entre os ambientes terrestres e aquáticos. Suas águas costumam ser pobres em nutrientes e sua fauna depende do fornecimento de matéria orgânica (frutos, galhos, folhas e insetos) pela floresta.

A vasta extensão e variedade de habitats para a fauna fazem com que os igarapés sejam responsáveis por grande parte da biodiversidade aquática da região amazônica. Em um trecho de apenas 150 metros a equipe da RAS chegou a registrar até 50 espécies de peixes – riqueza similar ao total de peixes de água doce encontrado em países inteiros, como a Noruega ou a Dinamarca. Além disso, os igarapés fornecem recursos vitais para as populações humanas, como água potável para consumo próprio e para o gado, irrigação de cultivos de alto valor, como frutas e verduras, peixes para consumo e comércio ornamental, e áreas de recreação.

Apesar da grande importância para a manutenção da biodiversidade e de outros serviços ambientais, os igarapés têm sido menos estudados do que outros ecossistemas aquáticos e terrestres da Amazônia. Para avaliar como as atividades humanas afetam sua biodiversidade e sua integridade ambiental (qualidade da água, estrutura do leito), os pesquisadores da RAS realizaram o mais completo estudo de que se tem registro sobre igarapés em paisagens agropecuárias da Amazônia. Foi coletado

um vasto conjunto de dados em 99 pequenos igarapés – com até 3 metros de largura – nas regiões de Santarém e Paragominas, no estado do Pará.

Os igarapés nas paisagens agropecuárias

Imensa influência

Embora apresentem dimensões modestas quando comparados com grandes rios como o Tapajós, os igarapés correspondem a 80% de toda a extensão dos cursos d'água das principais bacias hidrográficas de Santarém e Paragominas, o que também deve ocorrer no restante da Amazônia. São eles que ocupam de maneira extensiva toda a paisagem.

Uma incrível diversidade

As 143 espécies de peixes, 133 espécies de libélulas e 74 gêneros de insetos aquáticos encontrados nos igarapés de Santarém e Paragominas não estão distribuídos igualmente. A fauna aquática pode diferir bastante, mesmo entre igarapés próximos dentro da mesma bacia hidrográfica. Assim, não existe uma única região em Santarém que concentre a maior parte dessas espécies aquáticas: a diversidade está distribuída em toda a paisagem^{1,2}. Da mesma forma, os igarapés são diversos também em suas características ambientais (tipos de fundo, correnteza), tanto em áreas de floresta quanto em áreas de uso agropecuário³.

Os igarapés também abrigam muitas espécies raras, ou seja, aquelas que ocorrem em baixo número de indivíduos e são encontradas em poucos locais¹. Por isso, são espécies mais vulneráveis às alterações ambientais abruptas causadas por atividades humanas, mesmo que pontuais. Essas espécies são altamente especializadas no uso do ambiente e têm papéis insubstituíveis nos ecossistemas⁴. Pequenos bodós, geralmente raros nos igarapés de floresta, são os únicos peixes capazes de assimilar o carbono produzido pelas algas nesses cursos d'água e transferi-lo ao restante da cadeia alimentar⁴. Portanto, para a manutenção de vários serviços ambientais promovidos pelos

- A Leito do igarapé sombreado pela floresta
- B Entrada de luz, aumento da temperatura da água e de macrófitas aquáticas
- C Poço formado pela travessia da estrada: acúmulo de areia e argila, alagamento das margens
- D Interrupção do fluxo e barreira à movimentação da fauna: menos espécies de peixes rio acima (ex. carnívoros)
- E Ausência de ponte, manilha pequena e desnivelada com o leito
- F Erosão das margens e assoreamento
- G Leito do igarapé exposto
- H Habitats menos diversificados - menos galhadas e folhas - favorece as espécies comuns (ex. piabas) e prejudica as especialistas (ex. bagre folha)



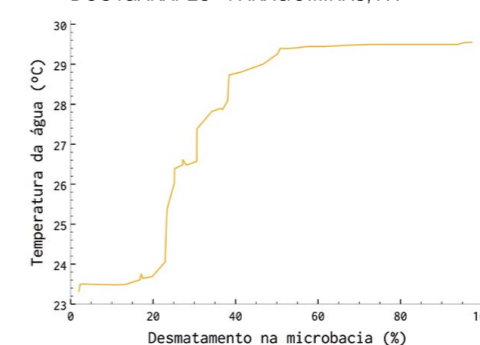
igarapés é fundamental proteger não só as espécies comuns e abundantes, mas também as raras.

Proteção para todo o sistema

Todos os cursos d'água integrantes de uma bacia hidrográfica estão conectados entre si e também ao sistema terrestre. Assim, o que acontece rio acima e rio abaixo de um determinado igarapé pode influenciar a integridade de toda a bacia. Os resultados da RAS mostram que o desmatamento, mesmo em locais mais distantes das margens dos igarapés – como em florestas inseridas em áreas de reserva legal –, gera impactos para esses cursos d'água.

Especialmente em Paragominas, os pesquisadores identificaram que a redução na cobertura florestal na microbacia de drenagem resultou em aumento da temperatura da água³. Ainda que esse aumento seja de poucos graus centígrados, ele pode ser maior do que algumas espécies aquáticas são capazes de tolerar. Não bastasse isso, temperatura e oxigênio dissolvido estão diretamente associados, havendo queda na disponibilidade

AUMENTO DA TEMPERATURA DA ÁGUA DOS IGARAPÉS - PARAGOMINAS, PA



de oxigênio para os organismos em águas mais quentes. A remoção da floresta aumenta também a carga de sedimentos no igarapé, modificando sua estrutura e seu funcionamento^{3,5}. Além de aumentar a turbidez da água e reduzir a profundidade do canal, a entrada excessiva de areia e argila pode soterrar galhos, bancos de folhas e pedras, que são habitats importantes para muitos insetos aquáticos e peixes.

Grandes efeitos das estradas de terra

Os resultados obtidos pela RAS mostram que a perda ou diminuição da conectividade aquática resultante da travessia de estradas de terra sobre os igarapés reduzem drasticamente as possibilidades de movimentação e uso de recursos pelos organismos aquáticos^{3,5}. Além desse efeito direto sobre os organismos, quando construídas de forma inadequada, as travessias contribuem significativamente para o assoreamento do canal, provocando severas consequências negativas. Essas alterações afetam, portanto, a integridade de importantes

A ameaça do avanço das estradas de terra sobre a paisagem

As estradas vicinais de terra (ou ramais) têm avançado cada vez mais sobre a paisagem amazônica. Estudos apontam que a abertura de estradas gera um aumento nas taxas de desmatamento⁷, mas poucos avaliaram seus impactos diretos sobre os cursos d'água.

Na fronteira agropecuária

da Amazônia, a expansão da rede de estradas vicinais tem levado a um aumento do número de pequenos represamentos e à interrupção do fluxo dos igarapés⁶. Isso acontece porque as travessias sobre os igarapés são feitas de forma precária, incluindo pontes e pontilhões mal construídos, manilhas menores do que

seria necessário e instaladas acima do nível da água, ou seja, desniveladas com o trecho de igarapé rio abaixo. Na maioria das vezes, tais estruturas são erguidas durante o período de estiagem, sem levar em conta o fluxo d'água no período chuvoso. Assim, os impactos não ocorrem somente no momento da construção das

estradas – quando cascalho, areia e outros materiais são carregados para o canal –, mas podem perdurar ao longo de muito tempo. Para piorar, esses represamentos não planejados representam um risco para as populações humanas rio abaixo, que ficam vulneráveis ao seu rompimento durante a estação chuvosa.

processos ecológicos e o conjunto de serviços ambientais fornecidos pelos igarapés.

Esses resultados confirmam outros estudos já realizados em igarapés na Amazônia. Na bacia do alto rio Xingu estima-se que existam 10 mil pequenos reservatórios formados, sobretudo, pela construção de estradas de terra, que acabam por barrar os igarapés⁶. Nesse caso, a presença desses reservatórios, aliada ao desmatamento, causou o assoreamento dos igarapés e um aumento na temperatura da água. Vários desses barramentos, mesmo que pequenos, são construídos em sequência ao longo dos igarapés, aumentando ainda mais os seus impactos na bacia como um todo.

O que as leis ambientais dizem sobre o impacto das estradas de terra?

As estradas de terra impactam tanto os cursos d'água que atravessam quanto as florestas nas suas margens – áreas de proteção permanente ou APPs de mata ciliar. Entretanto, a regulamentação ambiental vigente limita-se a essas florestas:

Código Florestal (Lei nº 12.651 de 25/05/2012): proíbe a supressão de vegetação em APPs de mata ciliar, salvo nos casos de utilidade pública ou atividades de baixo impacto ambiental. As travessias das estradas de terra sobre os cursos d'água em paisagens agropecuárias da Amazônia se encaixam em ambos os casos - menção específica às travessias no inciso X do art. 3º.

Resolução CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) nº 369 de 28/03/2006: regulamenta de forma similar ao Código Florestal as intervenções em APPs de mata ciliar.

Resolução COEMA (Conselho Estadual do Meio Ambiente do

estado do Pará) nº 107 de 08/03/2013: dispensa o licenciamento ambiental de obras de baixo potencial poluidor/degradador, como “recuperação e melhoria de estradas vicinais com construção e/ou substituição de pontes” e “substituição e/ou reforma de pontes ou pontilhões em estrada vicinal”.

No geral, as leis ambientais consideram as estradas de terra obras de baixo impacto ambiental. Entretanto, sem bases técnicas direcionadas à minimização desses impactos, planejamento adequado e fiscalização, não há garantias de que a construção, manutenção e recuperação das travessias das estradas de terra nos cursos d'água possam ser assim consideradas. Como mostram as pesquisas da RAS, enquanto uma ou poucas estradas de terra representam impacto localizado aos igarapés, os efeitos negativos acumulados são muito relevantes em escala regional^{3,5}.

RECOMENDAÇÕES

1. Os pequenos igarapés precisam ser considerados nos programas de gestão e conservação dos recursos hídricos e da biodiversidade. Nesse sentido, o uso de microbacias como unidades de manejo possibilitaria integrar os interesses de diferentes proprietários de terras e as prioridades de conservação ambiental.
2. A preservação de apenas alguns igarapés, situados dentro de Unidades de Conservação (UCs) isoladas, não é suficiente para a conservação desses ecossistemas e da fauna aquática regional como um todo. Os esforços de conservação precisam ir além das UCs e incluir microbacias completas mesmo nas áreas particulares.
3. Uma vez que as florestas são extremamente importantes para a conservação dos cursos d'água (não apenas nas margens dos igarapés), é fundamental a restauração das reservas legais das propriedades para o bom funcionamento dessas microbacias desmatadas ilegalmente. No caso da necessidade de compensação ambiental, é crucial que ocorra dentro da mesma microbacia de drenagem onde houve o desmatamento.
4. O potencial impacto ecológico das travessias de estradas de terra sobre os igarapés precisa ser considerado no planejamento, gestão e conservação da biodiversidade e dos recursos e serviços providos por esses ecossistemas.
5. Novos empreendimentos agropecuários e concessões madeireiras devem incluir um planejamento cuidadoso da distribuição das estradas de acesso, de forma a aperfeiçoar a malha viária e, ao mesmo tempo, minimizar os impactos sobre os cursos d'água. No caso da restauração e da manutenção de estradas já existentes, a substituição de manilhas e tubulões por pontes reduziria muito a quantidade de represamentos, o que ajudaria a manter a conectividade da rede hídrica e as vazões máximas locais – e reduziria os impactos de assoreamento do canal e de aumento da temperatura da água dos igarapés. Assim as secretarias municipais ou estaduais de obras devem orientar sobre a construção e manutenção das estradas de terra que se sobrepõem aos igarapés.

CONTATOS Este brief foi elaborado pela equipe científica da RAS.

Mais informações:

Dra. Cecília Gontijo Leal - c.gontijoleal@gmail.com

Dr. Rafael Pereira Leitão - ecorafa@gmail.com

A Rede Amazônia Sustentável (RAS) é composta por mais de 30 instituições do Brasil e do exterior, sendo coordenada por Embrapa, Museu Goeldi, Universidade de Lancaster e Instituto Ambiental de Estocolmo: www.redeamazoniasustentavel.org

Referências

1. Leal, C. G. *et al.* Is environmental legislation conserving tropical stream faunas? A large-scale assessment of local, riparian and catchment-scale influences on Amazonian fishes. *In review*.
2. de Oliveira-Junior, J. M. B. *et al.* Neotropical dragonflies (Insecta: Odonata) as indicators of ecological condition of small streams in the eastern Amazon. *Austral Ecol.* **40**, 733–744 (2015).
3. Leal, C. G. *et al.* Multi-scale assessment of human-induced changes to Amazonian instream habitats. *Landsc. Ecol.* **31**, 1725–1745 (2016).
4. Leitão, R. P. *et al.* Rare species contribute disproportionately to the functional structure of species assemblages. *Proc. R. Soc. B Biol. Sci.* **283**, 20160084 (2016).
5. Leitão, R. P. *et al.* Disentangling the multiple effects of land use on the functional structure of fish assemblages in Amazon streams. *In review*.
6. Macedo, M. N. *et al.* Land-use-driven stream warming in southeastern Amazonia. *Philos. Trans. R. Soc. Lond. B. Biol. Sci.* **368**, 20120153 (2013).
7. Fearnside, P. M. Desmatamento na Amazônia brasileira: História, índices e consequências. *Megadiversidade* **1**, 113–123 (2005).